

<p>87-000566/01 J01</p> <p>BASF AG</p> <p>21.06.85-DE-522234 (02.01.87) B01d-03/14</p> <p>Temp. control at stepped distn. column levels - improves energy balance</p> <p>C87-000221</p>	<p>BAD1 21.06.85</p> <p>*DE 3522-234-A</p> <p>J(1-A2A)</p>
<p>A length of distillation column with a longitudinal partition preventing cross-mixing of descending liq. and ascending vapour has a section extending from above the feed level to above the tapping point for side fractions, or above the lower of two such tapping points, and in this section has a pair of temperature measurement points at the same level in the column in the feed section and tapping section.</p> <p>A similar section extending down from the lateral tapping point or the lower of two such points, also has pairs of temp. measurement points.</p> <p>The temp. differences for all these points are automatically set to provide a feed section temp. at the top measurement point not exceeding that at the tapping point, and a feed section temp. at the lower measurement point not less than in the feed section.</p>	<p>ADVANTAGE</p> <p>Energy consumption for any feed mixt. is minimised without extensive calculation or experiment.</p> <p>EMBODIMENTS</p> <p>Temp. difference is adjusted by liq. distribution at upper end of partitioned length. (4pp1480RBHDwgNo0/0).</p> <p>DE3522234-A</p>



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Pat ntschrift
⑩ DE 35 22 234 C 2

⑤① Int. Cl. 5:
B 01 D 3/42
B 01 D 3/14

②① Aktenzeichen: P 35 22 234.4-44
②② Anmeldetag: 21. 6. 85
④③ Offenlegungstag: 2. 1. 87
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 2. 94

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
BASF AG, 67063 Ludwigshafen, DE

⑦② Erfinder:
Kaibel, Gerd, 68623 Lampertheim, DE; Hartmann,
Horst, 67459 Böhl-Iggelheim, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
US 42 30 533

⑤④ Verfahren zum energiegünstigen Betreiben einer Destillationskolonne

DE 35 22 234 C 2

DE 35 22 234 C 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum energie­günstigen Betreiben einer Destillationskolonne (im weiteren Kolonne genannt), die in einem Teilbereich eine Längsunterteilung — ausgeführt in Form einer Trennwand — zur Unterdrückung einer Quervermischung von Flüssigkeits- und Brüdenströmen aufweist. Mittels dieser Längsunterteilung wird die Kolonne in ihrem mittleren Bereich in einen Zulauf- und einen Entnahmeteil unterteilt.

Bei der destillativen Zerlegung eines Gemisches in reine Fraktionen erfolgt die Trennung im allgemeinen in einer Reihe hintereinander geschalteter Kolonnen, wobei aus jeder Kolonne eine und aus der letzten zwei Reinfractionen gewonnen werden. Zur Senkung der Investitionskosten können anstelle selbständiger Kolonnen auch Seitenkolonnen in Verbindung mit Hauptkolonnen benutzt werden. Eine weitere Vereinfachung besteht darin, die Seitenkolonnen wegzulassen und Seitenfraktionen über dampfförmige oder flüssige Seitenabzüge direkt zu entnehmen.

Nachteilig wirkt sich bei der Entnahme von Seitenfraktionen aus, daß dieselben grundsätzlich verunreinigt sind. Der Grad dieser Verunreinigung läßt sich durch höhere Rücklaufverhältnisse verringern, dies bedeutet jedoch größere Heizenergiemengen.

Dieser Nachteil kann umgangen werden, wenn man spezielle Kolonnen benutzt, die in einem Teilbereich der Kolonnen Trennwände zur Verhinderung einer Quervermischung von Flüssigkeits- und Brüdenströmen besitzen. Solche Kolonnen weisen im Vergleich zu anderen Kolonnenschaltungen den niedrigsten Energieverbrauch auf und erlauben es, bis zu 4 Reinfractionen aus einer einzigen Kolonne zu entnehmen.

Die Wirksamkeit einer Kolonne mit Längsunterteilung kann jedoch nur dann voll zum Tragen kommen, wenn die Aufteilung des Brüdenstroms am unteren Ende der Längsunterteilung und die Aufteilung des Flüssigkeitsstroms am oberen Ende der Längsunterteilung richtig erfolgt. Aus dem Zulaufteil dürfen nach oben nur Leichtsieder und Mittelsieder und nach unten nur Hochsieder und Mittelsieder austreten. Nur dann ist sichergestellt, daß man aus dem Entnahmeteil eine oder zwei reine Mittelsiederfraktionen entnehmen kann. Falsche Einstellungen der Aufteilungsverhältnisse erfordern den Einsatz von mehr Heizenergie.

Für den energieoptimalen Betrieb ist eine gezielte Einstellung der Aufteilungsverhältnisse erforderlich, wobei sich für jede Trennaufgabe eigene Werte ergeben. Die optimale Fahrweise kann bei Vorhandensein eines mathematischen Modells für das Stoffsystem mit Hilfe von Destillationsrechnungen, die allerdings wegen des gekoppelten Systems recht kompliziert sind, ausgearbeitet werden.

Wenn kein brauchbares mathematisches Modell vorhanden ist, bleibt nur die experimentelle Optimierung der Anlage. Wegen der oft schwankenden Betriebsbedingungen erweist sich dies in der betrieblichen Praxis als schwierig. Der Grund hierfür liegt darin, daß es bei diesem speziellen Kolonnensystem bei einer Verunreinigung der Mittelsiederfraktion mit Leichtsieder bzw. Hochsieder nicht ohne weiteres ersichtlich ist, ob das Aufteilungsverhältnis beispielsweise der Flüssigkeit vergrößert oder verkleinert werden muß, da die Verunreinigung sowohl über eine ungenügende Trennung im Zulaufteil als auch über eine schlechte Trennung im Entnahmeteil verursacht sein kann.

Gemäß der US-Patentschrift 4 230 533 wird dieses Problem über aufwendige Analysen des Kolonneninhaltes bewerkstelligt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, durch eine einfache apparative Maßnahme den energie­günstigen Betrieb einer solchen längsunterteilten Kolonne ohne rechnerische oder experimentelle Optimierung und für beliebige Zulaufgemische sicherzustellen.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren zum energie­günstigen Betreiben einer Kolonne, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß man

— im längsunterteilten Bereich der Kolonne im mittleren Bereich des Teilstücks, das sich sowohl oberhalb der Zulaufstelle als auch oberhalb der Entnahmestelle der Seitenfraktion oder im Falle von 2 Entnahmestellen oberhalb der obersten Entnahmestelle befindet, im Zulauf- und im Entnahmeteil paarweise Temperaturmeßstellen auf gleicher Höhe der Kolonne anordnet

und
im längsunterteilten Bereich der Kolonne im mittleren Bereich des Teilstücks, das sich sowohl unterhalb der Zulaufstelle als auch unterhalb der Entnahmestelle der Seitenfraktion oder im Falle von 2 Entnahmestellen unterhalb der untersten Entnahmestelle befindet, im Zulauf- und im Entnahmeteil paarweise Temperaturmeßstellen auf gleicher Höhe der Kolonne anordnet, und

— durch eine Temperaturdifferenzregelung, die automatisch oder von Hand erfolgt, die Temperaturen an den beschriebenen Meßstellen so einstellt, daß die Temperatur im Zulaufteil an der oberen Meßstelle niedriger oder höchstens gleich hoch ist wie im Entnahmeteil und die Temperatur im Zulaufteil an der unteren Meßstelle höher oder mindestens genau so hoch ist wie im Entnahmeteil und — als Stelleingriff für die Temperaturdifferenzregelung die Flüssigkeitsaufteilung am oberen Ende der Längsunterteilung benutzt.

Weitere Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

Es versteht sich von selbst, daß das energie­günstige Betreiben auch für ein Kolonnensystem Gültigkeit hat, bei dem der längsgeteilte Bereich der Kolonne aufgeteilt ist in 2 Einzelkolonnen.

Bei Einhaltung dieser erfindungsgemäßen Bedingungen ist eine energie­günstige Fahrweise sowohl einer Kolonne mit Längsunterteilung als auch eines oben beschriebenen Kolonnensystems sichergestellt. Diese erstaunlich einfache Realisierung eines praktisch energie­optimalen Betriebs einer solchen komplexen Kolonne konnte experimentell für verschiedene Trennprobleme mit sehr unterschiedlichem Destillationsverhalten gefunden werden. Im Falle von einfachen Stoffgemischen, deren Stoffeigenschaften ausreichend bekannt waren und die daher auch mit mathematischen Modellen beschreibbar waren, konnte diese überraschende Tatsache auch rechnerisch bestätigt werden. Bei Einhaltung des beschriebenen Temperaturkriteriums betragen die Abweichungen vom absoluten Energieminimum weniger als 1 %. Die Empfindlichkeit des Temperaturkriteriums bei der beschriebenen Meßstellenanordnung erwies sich als ungewöhnlich stark ausgeprägt. Bereits ganz geringe Abweichungen vom optimalen Betriebspunkt bewirken eine Verletzung der Temperaturbedingungen und erlauben eine rechtzeitige Korrektur.

Für die Einstellung der gewünschten Temperaturwerte wurde folgende Regel gefunden. Eine Absenkung/Erhöhung der Temperatur im Zulaufteil gegenüber der Temperatur im Entnahmeteil wird durch Erhöhen/Erniedrigen der Flüssigkeitsaufgabemenge und bzw. oder Erniedrigen/Erhöhen der Brüdenmenge auf den Zulaufteil erreicht. Dabei werden die Temperaturen im oberen Teil bevorzugt durch Verändern der Flüssigkeitsmenge und die Temperaturen im unteren Teil bevorzugt durch Verändern der Brüdenaufteilung auf die geforderten Werte eingestellt.

Die Aufteilung der Brüden erwies sich als weit weniger bestimmend als die Aufteilung der Flüssigkeit. Da die gezielte Brüdenaufteilung kostenintensiver ist als die gezielte Flüssigkeitsaufteilung, wird man auf eine Regelung der Brüdenaufteilung meist verzichten. In den meisten Fällen ist es zulässig, den Wert der Brüdenaufteilung z.B. durch Halbierung der Gesamtquerschnittsfläche bei etwa 1:1 zu belassen. Abweichungen von diesem Wert bis zu ca. 40 % sind unerheblich. Lediglich bei sehr unsymmetrischen Trennproblemen muß vom Standardwert 1:1 abgewichen werden, da sich sonst das Temperaturkriterium nicht in der geforderten Weise einhalten läßt. Auf eine aufwendige Brüdenregelung kann man auch hier verzichten, da bereits eine grobe Festeinstellung beispielsweise durch eine Blende den Erfordernissen genügt.

Für die Flüssigkeitsaufteilung, die wie gefunden wurde, erstaunlicherweise ungleich wirksamer ist als die Brüdenaufteilung, ergeben sich für jedes Trennproblem eigene Werte, die in einem engen Bereich einzuhalten sind. Als vermutlich allgemeine Regel stellte sich nur heraus, daß sich bei flüssiger Seitenentnahme, die aus energetischen Gründen der dampfförmigen Entnahme vorzuziehen ist, Werte für das Aufteilungsverhältnis der Flüssigkeit auf den Zulauf- und den Entnahmeteil ergeben, die kleiner oder gleich 1 sind.

Die beschriebene Regel der Flüssigkeits- bzw. Brüdenaufteilung wirkt sich nicht auf die Abzugsbilanz der Kolonne aus und hat daher nichts zu tun mit der Kolonnenregelung im üblichen Sinne, die die Einhaltung der richtigen Abzugsbilanz und der gewünschten Entnahmekonzentrationen zum Ziel hat. Diese Regelung, die beispielsweise über eine Beeinflussung der Kopfabzugsmenge, der Seitenabzugsmenge und der Heizleistung erreicht werden kann, ist in jedem Falle erforderlich. Die erfindungsgemäße zusätzliche Beeinflussung der Aufteilungsverhältnisse dient darüber hinausgehend der energieoptimalen Fahrweise einer Kolonne mit Längsunterteilung.

Patentansprüche

1. Verfahren zum energiegünstigen Betreiben einer Destillationskolonne, die in einem Teilbereich eine Längsunterteilung — ausgeführt in Form einer Trennwand — zur Unterdrückung einer Quervermischung von Flüssigkeits- und Brüdenströmen aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß man
 - im längsunterteilten Bereich der Kolonne im mittleren Bereich des Teilstücks, das sich sowohl oberhalb der Zulaufstelle als auch oberhalb der Entnahmestelle der Seitenfraktion oder im Falle von 2 Entnahmestellen oberhalb der obersten Entnahmestelle befindet, im Zulauf- und im Entnahmeteil paarweise Temperaturmeßstellen auf gleicher Höhe der Kolonne anordnet

und
im längsunterteilten Bereich der Kolonne im mittleren Bereich des Teilstücks, das sich sowohl unterhalb der Zulaufstelle als auch unterhalb der Entnahmestelle der Seitenfraktion oder im Falle von 2 Entnahmestellen unterhalb der untersten Entnahmestelle befindet, im Zulauf- und im Entnahmeteil paarweise Temperaturmeßstellen auf gleicher Höhe der Kolonne anordnet,

und
— durch eine Temperaturdifferenzregelung, die automatisch oder von Hand erfolgt, die Temperaturen an den beschriebenen Meßstellen so einstellt, daß die Temperatur im Zulaufteil an der oberen Meßstelle niedriger oder höchstens gleich hoch ist wie im Entnahmeteil und die Temperatur im Zulaufteil an der unteren Meßstelle höher oder mindestens genau so hoch ist wie im Entnahmeteil und
— als Stelleingriff für die Temperaturdifferenzregelung die Flüssigkeitsaufteilung am oberen Ende der Längsunterteilung benutzt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man den Bereich der Längsunterteilung der Destillationskolonne durch 2 parallel angeordnete Destillationskolonnen ersetzt.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß man zur Einstellung der Flüssigkeitsaufteilung am oberen Ende der Längsunterteilung die Reglervorschrift für die Stellgrößenänderung

$$\Delta S = K_{\text{oben}} \times (\text{Temperatur im Entnahmeteil, oben} - \text{Temperatur im Zulaufteil, oben}) + K_{\text{unten}} \times (\text{Temperatur im Entnahmeteil, unten} - \text{Temperatur im Zulaufteil, unten})$$

benutzt und das Verhältnis der Reglerverstärkungen $K_{\text{oben}}/K_{\text{unten}}$ zu 2:1 bis 1:10 einstellt, wobei ΔS die Änderung der Flüssigkeitsaufgabemenge auf den Entnahmeteil oder die Änderung des Verhältnisses der Flüssigkeitsaufgabemenge auf den Entnahmeteil zur Gesamtmenge oder — mit negativem Vorzeichen — die Änderung der Flüssigkeitsaufgabemenge auf den Zulaufteil oder die Änderung des Verhältnisses der Flüssigkeitsaufgabemenge auf den Zulaufteil zur Gesamtmenge bedeutet.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß man als Stelleingriff für die Temperaturdifferenzregelung die Flüssigkeitsaufteilung am oberen Ende der Längsunterteilung und zusätzlich die Brüdenaufteilung am unteren Ende der Längsunterteilung benutzt.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß man
 - zur Einstellung der Flüssigkeitsaufteilung am oberen Ende der Längsunterteilung die Reglervorschrift für die Stellgrößenänderung

$$\Delta SF = KF_{\text{oben}} \times (\text{Temperatur im Entnahmeteil, oben} - \text{Temperatur im Zulaufteil, oben}) + KF_{\text{unten}} \times (\text{Temperatur im Entnahmeteil, unten} - \text{Temperatur im Zulaufteil, unten})$$

benutzt und das Verhältnis der Reglerverstärkungen $KF_{\text{oben}}/KF_{\text{unten}}$ zu 3:1 bis 1:6 einstellt,

wobei ΔS_F die Änderung der Flüssigkeitsaufgabemenge auf den Entnahmeteil oder die Änderung des Verhältnisses der Flüssigkeitsaufgabemenge auf den Entnahmeteil zur Gesamtmenge oder — mit negativem Vorzeichen — die Änderung der Flüssigkeitsaufgabemenge auf den Zulaufteil oder die Änderung des Verhältnisses der Flüssigkeitsaufgabemenge auf den Zulaufteil zur Gesamtmenge bedeutet und

— zur Einstellung der Brüdenaufteilung am unteren Ende der Längsunterteilung die Reglervorschrift für die Stellgrößenänderung

$\Delta S_D = K D_{\text{oben}} \times (\text{Temperatur im Zulaufteil, oben} - \text{Temperatur im Entnahmeteil, oben})$
 $+ K D_{\text{unten}} \times (\text{Temperatur im Zulaufteil, unten} - \text{Temperatur im Entnahmeteil, unten})$

benutzt und das Verhältnis der Reglerverstärkungen $K D_{\text{oben}}/K D_{\text{unten}}$ zu 1:1 bis 1:15 einstellt, wobei ΔS_D die Änderung der Brüdenaufgabemenge auf den Entnahmeteil oder die Änderung des Verhältnisses der Brüdenaufgabemenge auf den Entnahmeteil zur Gesamtmenge oder — mit negativem Vorzeichen — die Änderung der Brüdenaufgabemenge auf den Zulaufteil oder die Änderung des Verhältnisses der Brüdenaufgabemenge auf den Zulaufteil zur Gesamtmenge bedeutet.